

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yukiko SAKAI et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: March 19, 2004

Examiner:

For: OPTICAL TRANSMISSION DEVICE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN**  
**APPLICATION IN ACCORDANCE**  
**WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2003-270171

Filed: July 1, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 19, 2004

By: 

William F. Herbert  
Registration No. 31,024

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 7月 1日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-270171  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-270171]

出願人 富士通株式会社  
Applicant(s):

2003年12月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3104503

【書類名】 特許願  
【整理番号】 0351717  
【提出日】 平成15年 7月 1日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 6/293  
【発明者】  
    【住所又は居所】 北海道札幌市北区北七条西四丁目3番地1 富士通東日本ディジタル・テクノロジー株式会社内  
    【氏名】 酒井 由紀子  
【発明者】  
    【住所又は居所】 北海道札幌市北区北七条西四丁目3番地1 富士通東日本ディジタル・テクノロジー株式会社内  
    【氏名】 今井 一登  
【発明者】  
    【住所又は居所】 北海道札幌市北区北七条西四丁目3番地1 富士通東日本ディジタル・テクノロジー株式会社内  
    【氏名】 高橋 司  
【発明者】  
    【住所又は居所】 北海道札幌市北区北七条西四丁目3番地1 富士通東日本ディジタル・テクノロジー株式会社内  
    【氏名】 池田 大人  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005223  
    【氏名又は名称】 富士通株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100092152  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 服部 毅巖  
    【電話番号】 0426-45-6644  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 009874  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9705176

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

光信号の伝送を行う光伝送装置において、  
波長多重信号の送受信ポートであるWDMポートと、  
光伝送路の波長損失特性を補償する損失特性を有し、WDMポートから入力した信号の波長分離、またはWDMポートから信号を出力するための波長多重の少なくとも一方を行い、波長多重信号の伝送後のチャンネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定する波長多重分離部と、  
を有することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 2】**

前記波長多重分離部は、バンドパスフィルタリング機能を持ち、挿入損失が同じで、波長損失特性の各波長に対応して重み付けされた損失特性を持つ複数の光学フィルタをデージーチェーンで接続して構成することを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

**【請求項 3】**

前記波長多重分離部は、前記光伝送路の波長損失特性の一方の傾きの損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過し、傾きの変化点に到達した際は、他方の傾斜の損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過するような、チャンネル配置構成を持つことを特徴とする請求項 2 記載の光伝送装置。

**【請求項 4】**

前記波長多重分離部は、監視制御用信号の分岐・挿入を行う光学フィルタをさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

**【請求項 5】**

波長の多重・分離を行う波長多重分離カプラにおいて、  
光伝送路上の複数の異なる波長が入出力する第 1 の入出力ポートと、  
前記第 1 の入出力ポートから入力された波長に対応した損失を有し、または前記第 1 の入出力ポートから出力する波長に対応した損失を有して、波長を多重・分離する多重・分離部と、  
前記多重・分離部で多重するための光を入力し、または分離された光を出力する第 2 の入出力ポートと、  
を有することを特徴とする波長多重分離カプラ。

【書類名】明細書

【発明の名称】光伝送装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光伝送装置に関し、特にWDM (Wavelength Division Multiplex) の光信号の伝送を行う光伝送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光通信ネットワークは、一層のサービスの高度化、広域化が望まれており、光伝送技術として、WDMが広く導入され始めている。WDMは、波長の異なる光を多重して、1本の光ファイバで複数の信号を同時に伝送する方式である。また、通信トラフィックの急激な増加に伴って、使用すべき波長数も増加しており、DWDM (Dense WDM) と呼ばれる高密度の波長多重を行うWDMも開発されている。

【0003】

DWDMは、180波近い数の波長を多重でき、1波長あたり10Gbpsとして、1.8Tbpsという超高速大容量の光伝送を実現する。ただし、DWDMは、1つの波長が狭いために、制御が複雑で、構成するデバイスも高価であり、また装置も大がかりなものになるため、基幹ネットワークに使用されることが多い。

【0004】

一方、近年になって、CWDM (Coarse WDM) と呼ばれる低密度の波長多重を行うWDMが注目されている。CWDMは、多重する波長数は、十数波程度と少なくなっており、波長間隔を広く粗くすることで、波長設定に要求される精度を緩和している。

【0005】

このため、CWDMは、装置構成もコンパクトで経済的なものになり、中継器を用いない既設の光ファイバケーブルを使つての近中距離 (10～50km程度) 伝送のアクセス系ネットワークの主流になるシステムとして、現在期待されている技術である。

【0006】

図13はDWDMの波長配置を示す図であり、図14はCWDMの波長配置を示す図である。縦軸はレベル、横軸は波長 (nm) であり、それぞれ波長配置の概略を示している。図13に示すDWDMでは、波長間隔が0.4～0.8nm程度で、1.5～1.6μm帯で数十～百数十波の波長多重が行われる (各波長の信号帯域は狭い)。また、図14に示すCWDMでは、波長間隔が20nm程度と広く、1.3～1.6μm帯で波長多重数は十数波と少ない (各波長の信号帯域は広い)。

【0007】

一方、WDMの従来技術として、WDMカプラによって合波された2つの波長多重光を光分岐カプラにより合波して、1つのWDMカプラから出力される波長多重光の波長間隔に、他のWDMカプラから出力される波長多重光を重畳する技術が提案されている (例えば、特許文献1)。

【特許文献1】特開平10-148791号公報 (段落番号 [0006]～[0026]、第1図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記のようなCWDMでは、DWDMと比べて高精度な波長設定や波長安定化回路などの複雑な制御が不要なので、システムの経済化を図ることができるが、広い波長帯域の中に波長 (チャネル) を配置して伝送するために、光ファイバケーブルの特性上、波長多重信号の伝送後の各チャネルには、損失のばらつきが発生するといった問題があった。

【0009】

図15は光伝送路の波長損失特性を示す図である。光ファイバケーブルとして通常使用されるSMF (Single Mode Fiber) の波長損失特性 (WDL: Wave Dependent Loss) を

示しており、縦軸は損失（dB/km）、横軸は波長（nm）である。

【0010】

曲線K1は、1550nmの波長を1km伝送させたときの損失が、0.25dBであるSMFのWDLを示しており、曲線K2は、1550nmの波長を1km伝送させたときの損失が、0.3dBであるSMFのWDLを示している。

【0011】

この図に対して、DWDMが使用する波長帯域B1について見ると、曲線K1、K2共に、損失の最も大きいところと小さいところの損失差分は、0.005dB程度と非常に小さいことがわかる。

【0012】

図16はDWDMの各チャネルの受信レベルを示す図である。縦軸はレベル、横軸はチャネルである。図で示されるように、DWDMの場合、波長多重信号の各チャネルの損失レベルのばらつきがほとんどないため、受信側ではチャネル間で生じる損失レベル変動を考慮しなくてよい（チャネル間における受信レベル差がないので、受信レベルを同一に設定した受信機で各チャネルを受信できる）。

【0013】

また、DWDMの中継用光アンプとして、エルビウム（ $\text{Er}^{3+}$ ）添加ファイバ（EDF：Erbium-Doped Fiber）を増幅用媒体とした光アンプ（EDFA）がある。これは励起光をEDFに照射して光信号を進行させ、そのとき生じる誘導放出によって、光信号のレベルを増幅させるものであるが、そのときのEDFAの利得帯域は波長帯域Bの中には含まれるものである。このため、DWDMの光伝送では、チャネル間の損失が少ないばかりでなく、EDFAを用いた中継器によって光中継伝送を行うことで、大容量の長距離伝送が可能となっている。

【0014】

一方、図15のCWDMが使用する波長帯域B2について見ると、曲線K1、K2共に、損失の最も大きいところと小さいところの損失差分は、0.07dB程度と非常に大きいことがわかる。

【0015】

図17はCWDMの各チャネルの受信レベルを示す図である。縦軸はレベル、横軸はチャネルである。図で示されるように、CWDMでは、広い波長帯域B2に少ない数のチャネルを配置して波長多重伝送を行うために、波長多重信号の伝送後の各チャネルには、損失のばらつきが大きくなってしまい、受信側ではチャネル間で生じる損失レベル変動を考慮する必要があるが出てくる。

【0016】

従来のCWDMシステムでは、各チャネルを受信する受信機の受信レベルが異なるために、チャネル毎に個別にレベル設定した（個別にダイナミックレンジを調整した）複数の受信器を用意していた。このため、装置規模やコストが増大してしまい、保守管理の効率も悪いといった問題があった。

【0017】

なお、従来技術（特開平10-148791号公報）の場合は、波長間隔を狭くして波長多重信号を送出する技術として提案されているが、信号伝送後の各チャネル間の損失レベル変動については何ら考慮されてはいない。

【0018】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、光ファイバ伝送における損失レベル変動を効率よく抑制して、光伝送品質の向上を図った光伝送装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明では上記課題を解決するために、図1に示すような、光信号の伝送を行う光伝送装置10において、波長多重信号の送受信ポートであるWDMポートPと、光伝送路Fの

波長損失特性を補償する損失特性を有し、WDMポートPから入力した信号の波長分離、またはWDMポートPから信号を出力するための波長多重の少なくとも一方を行い、波長多重信号の伝送後のチャネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定する波長多重分離部11と、を有することを特徴とする光伝送装置10が提供される。

#### 【0020】

ここで、波長多重分離部11は、光伝送路Fの波長損失特性を補償する損失特性を有し、WDMポートPから入力した信号の波長分離、またはWDMポートPから信号を出力するための波長多重の少なくとも一方を行い、波長多重信号の伝送後のチャネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定する。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

以上説明したように、本発明の光伝送装置は、光伝送路の波長の損失特性を補償する損失特性を有し、WDMポートから入力した信号の波長分離、またはWDMポートから信号を出力するための波長多重の少なくとも一方を行い、波長多重信号の伝送後のチャネル間の損失差を補償して均一レベルに設定する構成とした。これにより、光ファイバ伝送における損失レベル変動を効率よく抑制することができ、光伝送品質の向上を図ることが可能になる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0022】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の光伝送装置の原理図である。光伝送装置10は、WDMの光信号の伝送を行う。なお、本発明の光伝送装置10は、広い波長帯域にチャネルを配置して情報通信を行うシステムを対象とする装置であり、以降ではCWDMを例にして説明する。

#### 【0023】

WDMポートPは、光伝送路Fと接続して、波長多重信号の送受信ポートとなる。波長多重分離部（波長多重分離カプラ）11は、光伝送路Fの波長損失特性（WDL）を補償する損失特性（または透過特性）を有し、WDMポートPから入力した信号の波長分離、またはWDMポートPから信号を出力するための波長多重の少なくとも一方を行い、波長多重信号の伝送後のチャネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定する。

#### 【0024】

ここで、波長多重分離部11が光伝送路Fを流れてきた波長多重信号を受信して、波長分離を行う場合を考える。SMFの光伝送路Fは、上述した図15のようなWDLを持っているため、送信側で広い波長帯域にチャネルが配置されていると、信号伝送後、受信側ではチャネル間の損失レベル差が顕著に現れることになる。したがって、波長多重分離部11に、SMFのWDLを補償するような損失特性を持たせて、波長多重信号伝送後の損失レベル差をキャンセルして波長分離を行うようにする。これにより、波長分離後の各チャネル間にはレベル変動がなく、均一レベルにすることができる。

#### 【0025】

次に波長多重分離部11の構成及び動作について説明する。図2は波長多重分離部11の構成を示す図である。波長多重分離部11は、OSC（Optical Supervisory Channel）信号の分岐・挿入を行うための光学フィルタ11a-1、11a-2と、主信号チャネルの多重・分離を行うための光学フィルタ11b-1～11b-nとから構成される。なお、OSC信号とは、システムの運用設定や状態監視などに用いられる監視制御用の光信号のことである（以降では、1例として、1.3μm帯のOSC波長を用いた場合を示す）。

#### 【0026】

また、光学フィルタ11b-1～11b-nは、デージーチェーン（daisy-chain）形式でそれぞれ接続されており、それぞれのフィルタは、バンドパスフィルタリング機能を持ち、挿入損失がすべて同じである。また、光伝送路Fの各波長の損失特性に対応して、これらを補償すべき重み付けされた損失特性が設定されている。

**【0027】**

ここで、波長分離動作について説明する。なお、送信側では、CWDMの使用波長帯域に配置した $n$ チャネルの主信号と、CWDMの使用波長帯域よりも短波長側（1310 nmとする）に配置したOSC信号とを含む波長多重信号を送信するものとする。

**【0028】**

WDMポートPを介して入力した波長多重信号は、最初に光学フィルタ11a-1で受信される。光学フィルタ11a-1は、ローパスフィルタリング機能を有し（OSC信号がCWDMの使用波長帯域より長波長側に設定されている場合にはハイパスフィルタとなる）、OSC信号を反射し、主信号を透過する。反射したOSC信号は、光学フィルタ11a-2へ送信され、また透過した主信号は、光学フィルタ11b-1へ送信される。光学フィルタ11a-2は、OSC信号を透過し、このOSC信号（1310 nm）は、後段のO/E部（図示せず）に入力されてモニタ処理される。

**【0029】**

また、光学フィルタ11b-1は、主信号を受信すると、所定波長の1チャネルのみ透過して、残りの（ $n-1$ ）チャネルの波長を反射する。光学フィルタ11b-2は、反射した（ $n-1$ ）チャネルの波長を受信すると、この内の所定波長の1チャネルのみ透過して、残りの（ $n-2$ ）チャネルの波長を反射する。以降同様な処理が行われて、主信号を構成していた各チャネルが分離される。

**【0030】**

ただし、光学フィルタ11b-1～11b- $n$ は、光伝送路F上を伝送されてきたときに生じるWDLを相殺するような損失特性を、それぞれの所定波長に対応して持っている（重み付け設定されている）。このため、光学フィルタ11b-1～11b- $n$ 出力後の各チャネルのレベルには偏差がなくなり、すべて均一レベルに変換される。なお、損失特性を補償するための損失補償マップのパターンは複数あり、受信側では必ずしも光伝送路FのWDLを相殺する形状の損失特性を持っていなくてもよい（受信側の損失補償マップについては図10以降で後述）。

**【0031】**

次に波長多重動作について説明する。なお、CWDMの使用波長帯域に配置した $n$ チャネルの主信号と、CWDMの使用波長帯域よりも短波長側（1330 nmとする）に配置したOSC信号とを多重して、波長多重信号を送信するものとする。

**【0032】**

光学フィルタ11b- $n$ は、所定波長のチャネル番号が $ch_n$ の信号を装置内部から受信すると、これを透過して光学フィルタ11b-（ $n-1$ ）へ送信する。光学フィルタ11b-（ $n-1$ ）は、所定波長のチャネル番号が $ch_{(n-1)}$ の信号を装置内部から受信すると、これを透過し、かつ光学フィルタ11b- $n$ から送信された $ch_n$ の信号を反射して、 $ch_{(n-1)}$ 、 $ch_n$ の波長多重信号を光学フィルタ11b-（ $n-2$ ）へ送信する。以降同様な処理が行われて、主信号を構成する $n$ チャネル分の波長が多重された信号が、光学フィルタ11b-1から光学フィルタ11a-1へ出力される。

**【0033】**

なお、この場合も、光学フィルタ11b-1～11b- $n$ には、光伝送路F上を伝送したときに生じるWDLを相殺するような損失特性を、それぞれの所定波長に対応して持っている（送信側の損失補償マップについては図10以降で後述）。

**【0034】**

また、光学フィルタ11a-2は、装置内部のE/O部（図示せず）で生成されたOSC信号（1330 nm）を受信すると反射して、光学フィルタ11a-1へ送信する。光学フィルタ11a-1は、光学フィルタ11b-1から送信された主信号を透過し、OSC信号（1330 nm）を反射することで、主信号とOSC信号が多重されて波長多重信号が生成し、WDMポートPを介して光伝送路F上へ伝送される。

**【0035】**

次に光学フィルタの構成について説明する。図3は光学フィルタの構成を示す図である。



図は主信号用の光学フィルタ 11b-1~11b-n の内部構成を示すものである。光学フィルタ 11b-1 は、ガラス板 1-1 に、光学膜 2-1 として SiO<sub>2</sub> や TiO<sub>2</sub> などを用いた誘電体多層膜がコーティングされた構成を持つ（OSC 信号用の光学フィルタ 11a-1、11a-2 も同様な構成を持つ。図中省略する）。光学フィルタ 11b-2~11b-n も同様な構成である。

#### 【0036】

光学膜 2-1~2-n は、光学フィルタ 11b-1~11b-n が分離または多重すべき、所定の波長に対応した透過率または反射率を有し、かつ光伝送路 F で生じる各波長の WDL をキャンセルするために必要な損失特性が個々に設定されたものである。

#### 【0037】

ここで、ch1~chn のチャンネルが多重された波長多重信号が光学膜 2-1 に入射すると、ch1 のみ光学膜 2-1 及びガラス板 1-1 を透過し、ch2~chn は反射して光学膜 2-2 に入射する。ch2 は、光学膜 2-2 を反射し、ch3~chn は光学膜 2-2 及びガラス板 1-2 を透過する。以降、同様な処理が行われることになる。なお、図では波長分離をしている様子を示したが、波長多重する場合は、矢印の向きが逆になるだけで、光学フィルタの構成は全く同じでよい。

#### 【0038】

なお、光学フィルタ 11b-1~11b-n は、バンドパスフィルタリング機能を持たせるため、誘電体多層膜は 100 層程度となるが、OSC 信号の分岐・挿入を行う光学フィルタ 11a-1、11a-2 は、ローパスまたはハイパスフィルタリング機能を持つために、誘電体多層膜は 4、5 層程度でよく、低コストで生成できる。

#### 【0039】

本発明では、波長多重分離部 11 のデバイス内に、本来の波長多重分離機能の他に、OSC 信号用の Add/Drop 機能もあらかじめ組み込んで置くことで（低コストで製造可能）、装置規模の縮小化及びサービス性の向上を図ることが可能になる。

#### 【0040】

次に光伝送路 F の WDL を補償するための、光学フィルタ 11b-1~11b-n の損失特性について説明する。図 4 は光伝送路 F の WDL と相反する損失特性を示す図である。縦軸は損失 (dB)、横軸は波長 (nm) である。CWDM の使用波長帯域を 1470 nm~1610 nm とし、20 nm 毎に 8 チャンネル配置したときの損失補償特性を示している（8 チャンネルに対応して、光学フィルタも 8 個あるものとして、以降では光学フィルタ 11b-1~11b-8 とする）。

#### 【0041】

図 15 で示した SMF の谷型の WDL の形状に対し、この損失特性のグラフ G は、WDL の損失特性をキャンセルするために山型の形状となっている。波長多重分離部 11 では、グラフ G に示されるような損失特性をチャンネル毎に、光学フィルタ 11b-1~11b-8 に対してそれぞれ設定する。

#### 【0042】

すなわち、WDL の大きいチャンネルには損失特性を小さく設定した光学フィルタを、WDL の小さいチャンネルには損失特性を大きく設定した光学フィルタを通すようにして、波長多重または分離を行うことで、1470 nm~1610 nm 間に配置された 8 チャンネルの損失レベル変動差を抑えるようにする。

#### 【0043】

ただし、この場合、光学フィルタ 11b-1~11b-8 に対して単純に波長を順に並べただけでは（光学フィルタ 11b-1 が ch1 対応、光学フィルタ 11b-2 が ch2 対応、・・・、光学フィルタ 11b-8 が ch8 対応というような設定の仕方）、チャンネル間のレベル差を均一にはできない、なぜなら、光学フィルタ 11b-1~11b-8 の部品自体による挿入損失が考慮されていないからである。

#### 【0044】

したがって、本発明では、光伝送路 F の WDL の一方の傾き（図 15 の短波長側からの

右肩下がりの傾き)の損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過し、傾きの変化点に到達したら、他方の傾斜(図15の長波長側からの左肩下がりの傾き)の損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過するようにして、挿入損失による影響を抑制する。

#### 【0045】

図5は挿入損失を考慮したチャネルの配置構成を示す図である。上記の内容を具体的に示したものである。図15で示す光伝送路FのWDLの右肩下がりの傾斜に対しては、短波長側から1470nm、1490nm、1510nm、1530nmの各チャネルを光学フィルタ11b-1~11b-4に順にフィルタリング設定する。そして、光学フィルタ11b-5~11b-8に対しては、光伝送路FのWDLの左肩下がりの傾斜の長波長側から1610nm、1590nm、1570nm、1550nmの各チャネルを順にフィルタリング設定する。

#### 【0046】

すなわち、1470nm、1490nm、1510nm、1530nmのch1~ch4のチャネルは、波長が大きくなるほどWDLが小さくなっており、各WDLをキャンセルするような損失特性を、光学フィルタ11b-1~11b-4に設定する。光学フィルタ11b-1~11b-4の損失レベルを $L_{ch1} \sim L_{ch4}$ とすれば、 $L_{ch1} < L_{ch2} < L_{ch3} < L_{ch4}$ である。

#### 【0047】

また、この場合、光学フィルタ11b-1~11b-4で反射される度に、それぞれのフィルタが持っている挿入損失が反射光に加わっていくが、ch1~ch4のチャネルは、波長が大きくなるほど元のWDLは小さくなっていくので、蓄積される挿入損失の影響も少ないとみて、光学フィルタ11b-1~11b-4まではch1~ch4のチャネルを順に設定しておく。

#### 【0048】

一方、1550nm、1570nm、1590nm、1610nmのch5~ch8のチャネルは、波長が大きくなるほど、WDLも大きくなる。このため、ch5~ch8のチャネルを光学フィルタ11b-5~11b-8に順に設定してしまうと、蓄積される挿入損失の影響が無視できなくなってくる。

#### 【0049】

したがって、光学フィルタ11b-5~11b-8に対しても、光学フィルタ11b-1~11b-4のチャネル配置と同様に、光学フィルタを反射光が通過する度に、波長が大きくなるほど、WDLが小さくなる方向となるチャネルの並びにしてやる。すなわち、光学フィルタ11b-5~11b-8それぞれに1610nm、1590nm、1570nm、1550nmのch8からch5までの各チャネルを順に設定する。

#### 【0050】

なお、ch5~ch8の各WDLをキャンセルするような損失特性を、光学フィルタ11b-5~11b-8に設定するが、光学フィルタ11b-5~11b-8の損失レベルを $L_{ch5} \sim L_{ch8}$ とすれば、 $L_{ch8} < L_{ch7} < L_{ch6} < L_{ch5}$ となる。

#### 【0051】

以上説明したように、本発明では、光学フィルタ11b-1~11b-nに対して、光伝送路FのWDLをキャンセルするような損失特性を重み付け設定し、かつ光学フィルタ自体の挿入損失の影響を抑えるようなチャネル配置構成とした。これにより、波長多重信号の伝送後のチャネル間の損失レベル差を効率よく補償することが可能になる。

#### 【0052】

なお、図6に光学フィルタのポート番号とチャネルとの対応関係を示す。テーブルTは、光学フィルタ11b-1~11b-8のポート番号、チャネル番号、波長、設定損失(図4の損失補償値)の項目から構成され、それぞれの値を示している。

#### 【0053】

また、図5の説明では、すべてのポートで波長分離する場合を示したが、すべてのポートを波長多重にしてもよいし、またはポートを2組に分けて一方を分離、他方を多重といった構成にしてもよい。図7にすべてのポートを波長多重にした構成を示し、図8にポートを2組に分けて波長多重分離する構成を示す。これらの構成の動作は上述した動作と同様なので説明は省略する。

#### 【0054】

次に本発明の光伝送装置10を適用した光伝送システムについて説明する。図9は光伝送システムの構成を示す図である。光伝送システム2は、端局装置30（第1の光伝送装置に該当）、端局装置40（第2の光伝送装置に該当）から構成され、光伝送路Fを介して、CWDMのような広い波長帯域に少ないチャネルを配置して光通信を行うシステムである。

#### 【0055】

端局装置30は、WDMポートP1、トランスポンダ31-1～31-4と、MUX/DMUX32（第1の波長多重分離部）から構成され、端局装置40は、WDMポートP2、トランスポンダ41-1～41-4と、MUX/DMUX42（第2の波長多重分離部）から構成される。MUX/DMUX32、42は、本発明の波長多重分離部11の機能を有している。

#### 【0056】

端局装置30→端局装置40への波長多重信号の送受信の動作について説明する。まず、トランスポンダ31-1～31-4は、トリビュタリ側から伝送されたch1～ch4の各波長の光信号をWDMの波長帯域幅となるように帯域変換を施して、MUX/DMUX32へ送信する。MUX/DMUX32は、ch1～ch4の光信号を多重して、WDMポートP1を介し、光伝送路Fを通じて端局装置40へ送信する。

#### 【0057】

端局装置40は、光伝送路Fを流れてきた波長多重信号を、WDMポートP2を介して受信し、MUX/DMUX42は、ch1～ch4の各波長に分離し、該当のトランスポンダ41-1～41-4へ送信する。トランスポンダ41-1～41-4は、ch1～ch4の各波長の帯域幅をトリビュタリ側での帯域幅となるような帯域変換を施してトリビュタリへ送信する。なお、端局装置40→端局装置30への波長多重信号の送受信の動作についても上記と同様なので説明は省略する。

#### 【0058】

このような構成の光伝送システム2に対して、光伝送路FのWDLを補償する場合の損失補償パターン例を図10～図12に示す。図10～図12は損失補償マップを示す図である。図10は、光伝送路FのWDLと相反する損失特性の1/2のレベルをMUX/DMUX32、42それぞれに持たせた場合である。

#### 【0059】

このような設定をすることで、例えば、MUX/DMUX32から送信されたch1～ch4の波長多重信号は、光伝送路Fを伝送した後には、損失特性が半分だけ補償されており、その後、MUX/DMUX42で残りの半分の損失特性が補償されることになる。これにより、MUX/DMUX32、42のトータルの損失特性で、SMFのWDLの損失補償を行うことで、必要以上の過剰な損失補償（over compensation）を行うことなく、チャネル間のレベルを均一にすることができる。

#### 【0060】

また、図11の場合では、MUX/DMUX32は、光伝送路Fの中間地点までに生じるWDLを補償する損失特性を持たせ（中間地点では損失レベルはフラット）、MUX/DMUX42は、光伝送路Fの中間地点以降で生じるWDLを補償する損失特性を持たせた場合である。

#### 【0061】

このような設定をすることで、例えば、MUX/DMUX32から送信されたch1～ch4の波長多重信号は、光伝送路Fの中間点では、この距離で生じるWDLが補償され

てフラットになっている。その後、光伝送路 F の中間点以降では再び WDL が生じるが、MUX/DMUX 42 によって、中間地点以降で生じる WDL を補償する。これにより、MUX/DMUX 32、42 で損失補償して、over compensation することなく、チャンネル間のレベルを均一レベルにすることができる。

#### 【0062】

さらに、図 12 の場合は、MUX/DMUX 32、42 の MUX 部に、光伝送路 F の WDL と相反する損失特性を持たせ、MUX/DMUX 32、42 の DMUX 部にチャンネル間の損失特性を等しくした平坦な損失特性を持たせた場合である。このような設定にすることで、例えば、MUX/DMUX 32 から送信された ch1 ~ ch4 の波長多重信号は、光伝送路 F を伝送した後は、損失特性が補償されており、その後、MUX/DMUX 42 で平坦な損失特性を通過する。これにより、MUX/DMUX 32、42 で損失補償して、over compensation することなく、チャンネル間のレベルを均一レベルにすることができる（なお、図には示さないが、送信側の MUX/DMUX の損失特性をフラットにし、受信側の MUX/DMUX の損失特性を光伝送路 F の WDL と相反する形状の損失特性を持たせる構成としてもよい）。

#### 【0063】

以上説明したように、本発明によれば、光送受信に用いる波長多重分離部（MUX/DMUX）の損失特性を利用して光伝送路の WDL を補償する構成とした。これにより、広帯域なダイナミックレンジを確保でき、広い波長帯域にチャンネルを配置して光伝送を行うシステムの光伝送品質の向上及び長距離化を可能にした（従来の CWDM の伝送距離は 50、60 km 程度であるが、本発明の装置の伝送可能距離を測定したところ、中継アンプなしで、約 100 km の伝送を可能にした）。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0064】

なお、上記では、CWDM に本発明を適用したシステムを中心に説明したが、CWDM よりもさらに少ない波長で情報伝送を行う WWDM（Wide WDM）にも本発明は適用可能である。また、CWDM、WWDM のような無中継システムに限らず、伝送損失を補償する必要のある光通信システムに対して、幅広く本発明を適用することができる。

#### 【0065】

（付記 1） 光信号の伝送を行う光伝送装置において、  
波長多重信号の送受信ポートである WDM ポートと、  
光伝送路の波長損失特性を補償する損失特性を有し、WDM ポートから入力した信号の波長分離、または WDM ポートから信号を出力するための波長多重の少なくとも一方を行い、波長多重信号の伝送後のチャンネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定する波長多重分離部と、  
を有することを特徴とする光伝送装置。

#### 【0066】

（付記 2） 前記波長多重分離部は、バンドパスフィルタリング機能を持ち、挿入損失が同じで、波長損失特性の各波長に対応して重み付けされた損失特性を持つ複数の光学フィルタをデージーチェーンで接続して構成することを特徴とする付記 1 記載の光伝送装置。

#### 【0067】

（付記 3） 前記波長多重分離部は、前記光伝送路の波長損失特性の一方の傾きの損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過し、傾きの変化点に到達した際は、他方の傾斜の損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過するような、チャンネル配置構成を持つことを特徴とする付記 2 記載の光伝送装置。

#### 【0068】

（付記 4） 前記波長多重分離部は、監視制御用信号の分岐・挿入を行う光学フィルタ

をさらに有することを特徴とする付記 1 記載の光伝送装置。

(付記 5) 光信号の伝送を行う光伝送システムにおいて、

波長多重信号の伝送媒体である光伝送路と、

前記光伝送路の波長損失特性を補償する損失特性を有し、光信号の波長多重、または波長分離の少なくとも一方を行う第 1 の波長多重分離部を含み、前記光伝送路の一方の端局となる第 1 の光伝送装置と、

前記光伝送路の波長損失特性を補償する損失特性を有し、光信号の波長多重、または波長分離の少なくとも一方を行う第 2 の波長多重分離部を含み、前記光伝送路の他方の端局となる第 2 の光伝送装置と、

を有することを特徴とする光伝送システム。

#### 【0069】

(付記 6) 前記第 1、第 2 の波長多重分離部は、バンドパスフィルタリング機能を持ち、挿入損失が同じで、波長損失特性の各波長に対応して重み付けされた損失特性を持つ複数の光学フィルタをデージーチェーンで接続して構成することを特徴とする付記 5 記載の光伝送システム。

#### 【0070】

(付記 7) 前記第 1、第 2 の波長多重分離部は、前記光伝送路の波長損失特性の一方の傾きの損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過し、傾きの変化点に到達した際は、他方の傾斜の損失の高い波長から損失の低い波長に向かって、順に損失率の低い光学フィルタから損失率の高い光学フィルタを透過するような、チャンネル配置構成を持つことを特徴とする付記 6 記載の光伝送システム。

#### 【0071】

(付記 8) 前記第 1、第 2 の波長多重分離部は、監視制御用信号の分岐・挿入を行う光学フィルタをさらに有することを特徴とする付記 5 記載の光伝送システム。

(付記 9) 前記第 1 の波長多重分離部が波長多重を行い、前記第 2 の波長多重分離部が波長分離を行う場合、前記第 1、第 2 の波長多重分離部は、前記光伝送路の波長損失特性と相反する 1/2 の損失特性をそれぞれ有し、波長多重信号の伝送後のチャンネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定することを特徴とする付記 5 記載の光伝送システム。

#### 【0072】

(付記 10) 前記第 1 の波長多重分離部が波長多重を行い、前記第 2 の波長多重分離部が波長分離を行う場合、前記第 1 の波長多重分離部は、前記光伝送路の中間地点までに生じる波長損失特性を補償する損失特性を有し、前記第 2 の波長多重分離部は、前記光伝送路の中間地点以降で生じる波長損失特性を補償する損失特性を有して、波長多重信号の伝送後のチャンネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定することを特徴とする付記 5 記載の光伝送システム。

#### 【0073】

(付記 11) 前記第 1 の波長多重分離部が波長多重を行い、前記第 2 の波長多重分離部が波長分離を行う場合、前記第 1 の波長多重分離部は、前記光伝送路の波長損失特性と相反する損失特性を有し、前記第 2 の波長多重分離部は、全使用波長に対して平坦な損失特性を有して、波長多重信号の伝送後のチャンネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定することを特徴とする付記 5 記載の光伝送システム。

#### 【0074】

(付記 12) 前記第 1 の波長多重分離部が波長多重を行い、前記第 2 の波長多重分離部が波長分離を行う場合、前記第 1 の波長多重分離部は、全使用波長に対して平坦な損失特性を有し、前記第 2 の波長多重分離部は、前記光伝送路の波長損失特性と相反する損失特性を有して、波長多重信号の伝送後のチャンネル間の損失レベル差を抑制して均一レベルに設定することを特徴とする付記 5 記載の光伝送システム。

#### 【0075】

(付記 13) 波長多重を行う波長多重カプラにおいて、  
複数の異なる波長の光がそれぞれ入力される複数の入力ポートと、  
前記入力ポートから入力された波長に対応した損失を有し、前記入力ポートからの光を  
多重する多重部と、  
前記多重部で多重された光を光伝送路上へ出力する出力ポートと、  
を有することを特徴とする波長多重カプラ。

【0076】

(付記 14) 前記多重部は、波長に対する損失特性が異なる光伝送路に対応した損失  
を有することを特徴とする付記 13 記載の波長多重カプラ。

(付記 15) 波長分離を行う波長分離カプラにおいて、  
光伝送路上の異なる波長の光が多重化された波長多重光を入力する入力ポートと、  
前記入力ポートから入力された各波長に対応した損失を有し、前記入力ポートからの光  
を分離する分離部と、  
前記分離部で分離された光をそれぞれ出力する複数の出力ポートと、  
を有することを特徴とする波長分離カプラ。

【0077】

(付記 16) 前記分離部は、波長に対する損失特性が異なる光伝送路に対応した損失  
を有することを特徴とする付記 15 記載の波長分離カプラ。

(付記 17) 波長の多重・分離を行う波長多重分離カプラにおいて、  
光伝送路上の複数の異なる波長が入出力する第 1 の入出力ポートと、  
前記第 1 の入出力ポートから入力された波長に対応した損失を有し、または前記第 1 の  
入出力ポートから出力する波長に対応した損失を有して、波長を多重・分離する多重・分  
離部と、  
前記多重・分離部で多重するための光を入力し、または分離された光を出力する第 2 の  
入出力ポートと、  
を有することを特徴とする波長多重分離カプラ。

【0078】

(付記 18) 前記多重・分離部は、波長に対する損失特性が異なる光伝送路に対応し  
た損失を有することを特徴とする付記 17 記載の波長多重分離カプラ。

【図面の簡単な説明】

【0079】

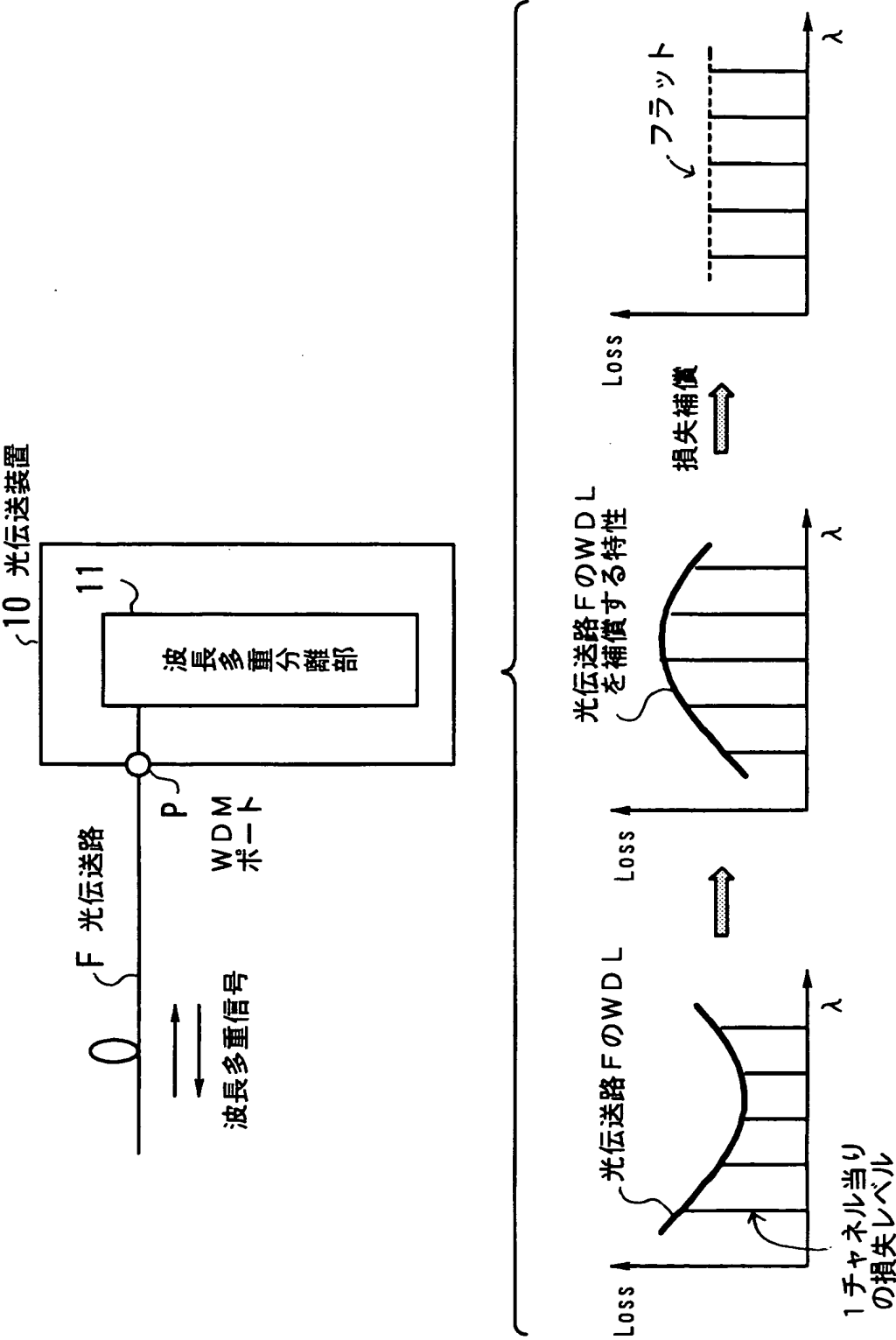
- 【図 1】本発明の光伝送装置の原理図である。
- 【図 2】波長多重分離部の構成を示す図である。
- 【図 3】光学フィルタの構成を示す図である。
- 【図 4】光伝送路の WDL と相反する損失特性を示す図である。
- 【図 5】挿入損失を考慮したチャネルの配置構成を示す図である。
- 【図 6】光学フィルタのポート番号とチャネルとの対応関係を示す図である。
- 【図 7】すべてのポートを波長多重にした構成を示す図である。
- 【図 8】ポートを 2 組に分けて波長多重分離する構成を示す図である。
- 【図 9】光伝送システムの構成を示す図である。
- 【図 10】損失補償マップを示す図である。
- 【図 11】損失補償マップを示す図である。
- 【図 12】損失補償マップを示す図である。
- 【図 13】DWDM の波長配置を示す図である。
- 【図 14】CWDM の波長配置を示す図である。
- 【図 15】光伝送路の波長損失特性を示す図である。
- 【図 16】DWDM の各チャネルの受信レベルを示す図である。
- 【図 17】CWDM の各チャネルの受信レベルを示す図である。

【符号の説明】

【0080】

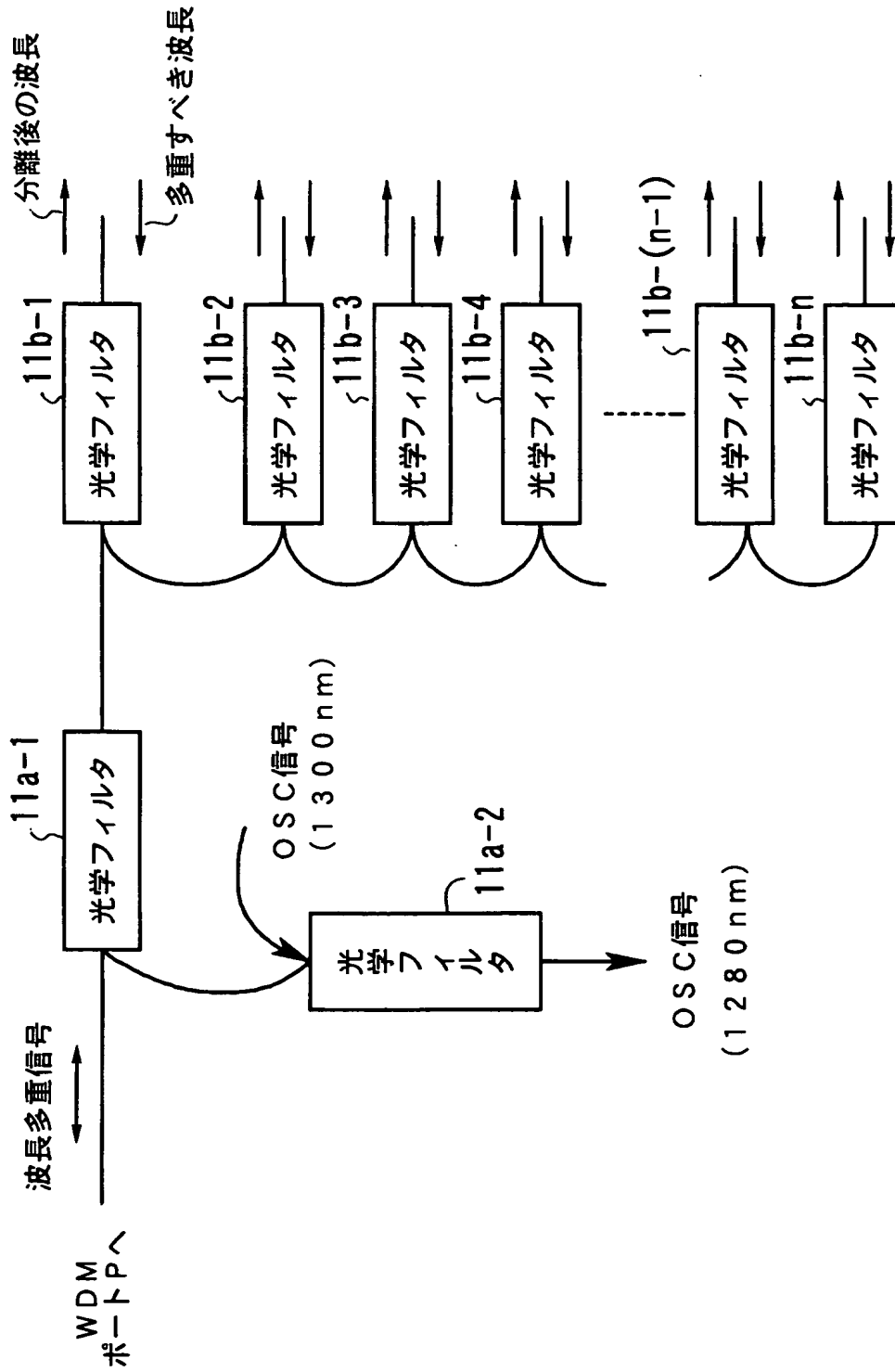
1 0 光伝送装置  
1 1 波長多重分離部  
P WDMポート  
F 光伝送路

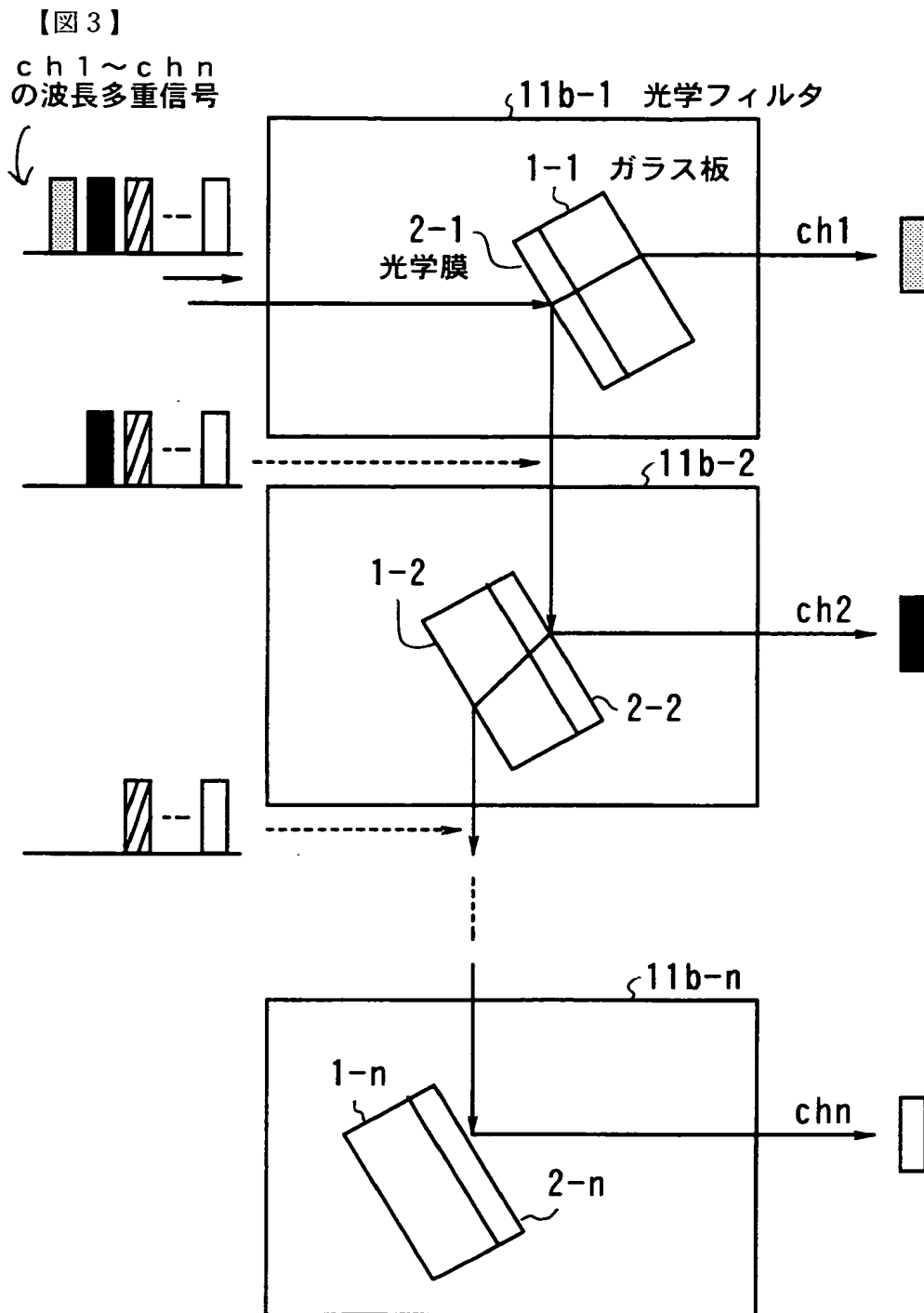
【書類名】 図面  
【図 1】



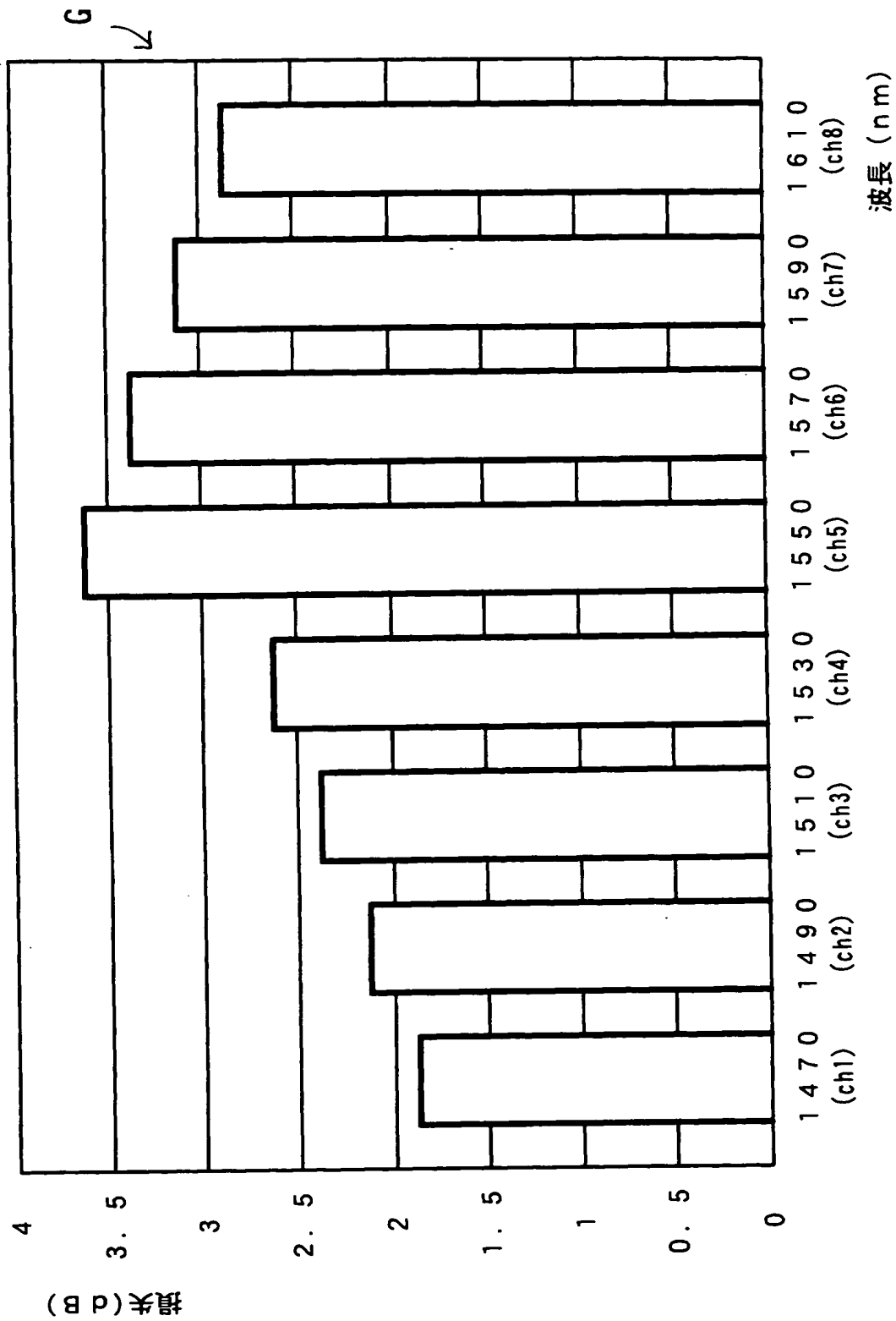


【図 2】

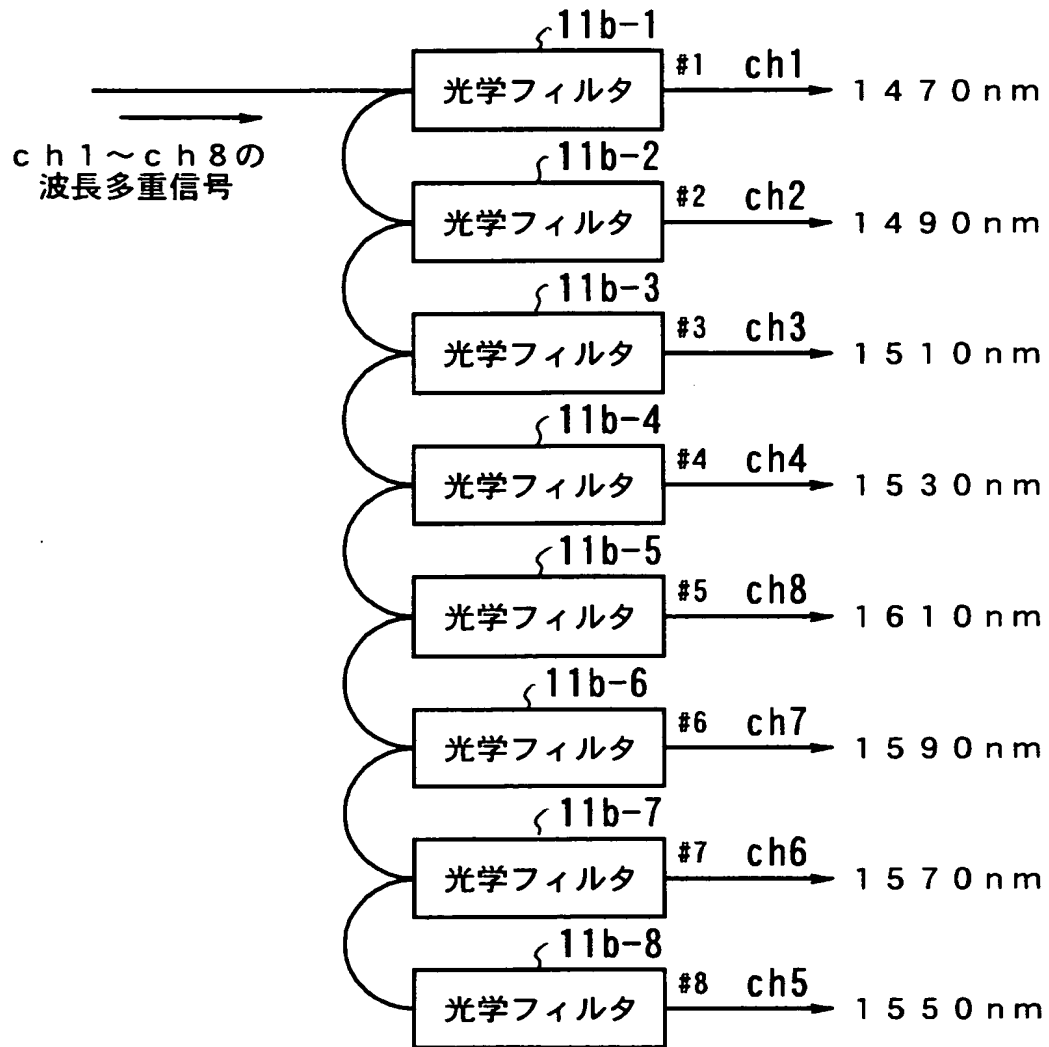




【図 4】



【図 5】

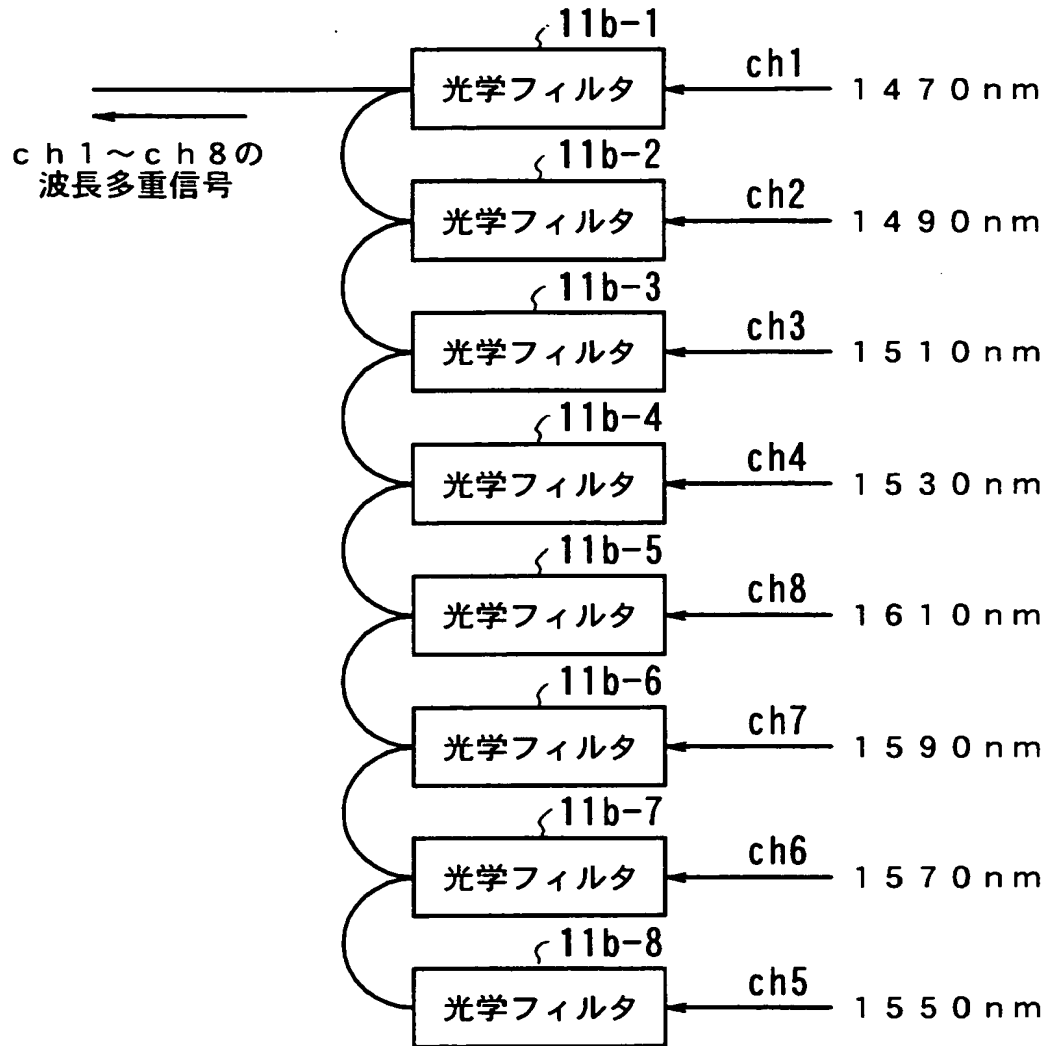


【図 6】

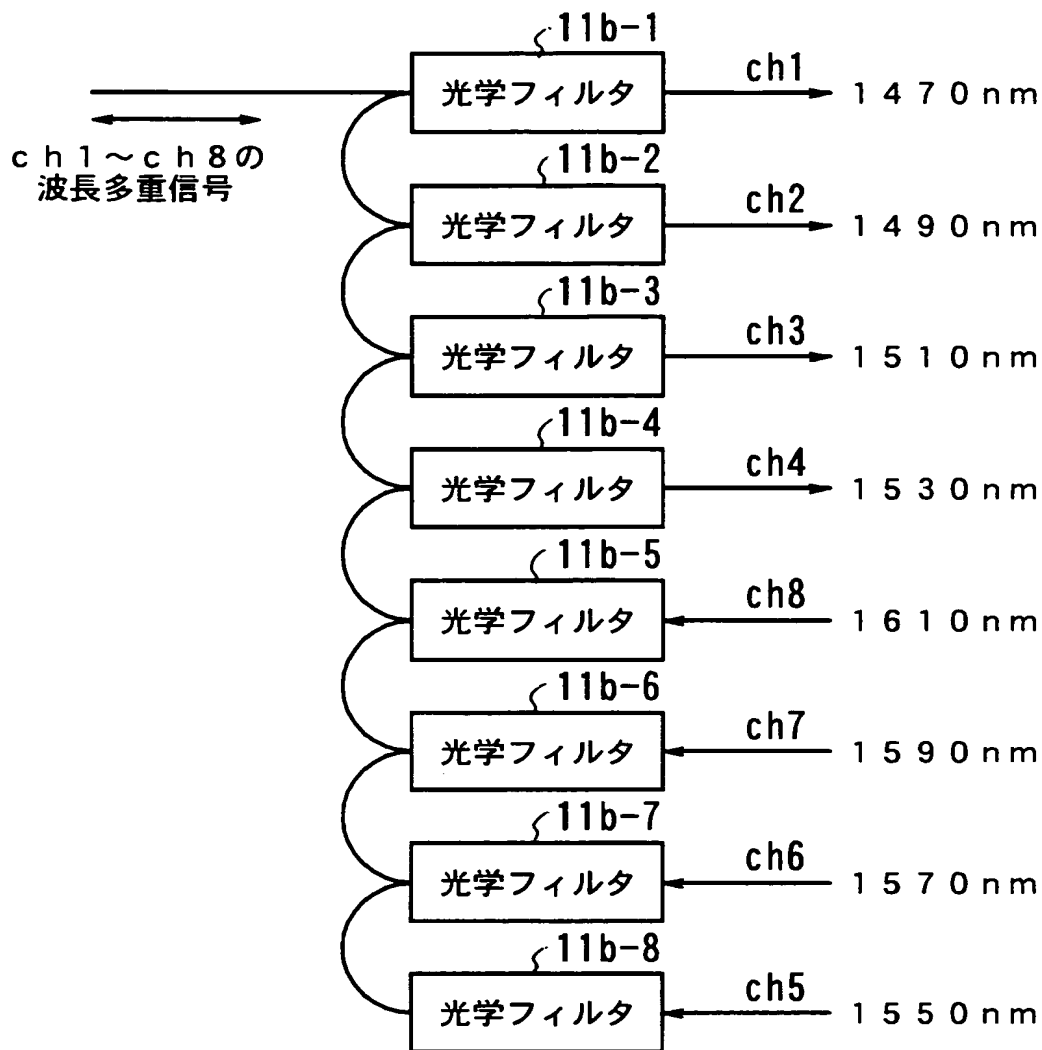
↙ T

Port No.	ch	波長	損失
# 1	ch 1	1 4 7 0 nm	1. 9
# 2	ch 2	1 4 9 0 nm	2. 1
# 3	ch 3	1 5 1 0 nm	2. 4
# 4	ch 4	1 5 3 0 nm	2. 6
# 5	ch 8	1 6 1 0 nm	2. 9
# 6	ch 7	1 5 9 0 nm	3. 1
# 7	ch 6	1 5 7 0 nm	3. 4
# 8	ch 5	1 5 5 0 nm	3. 6

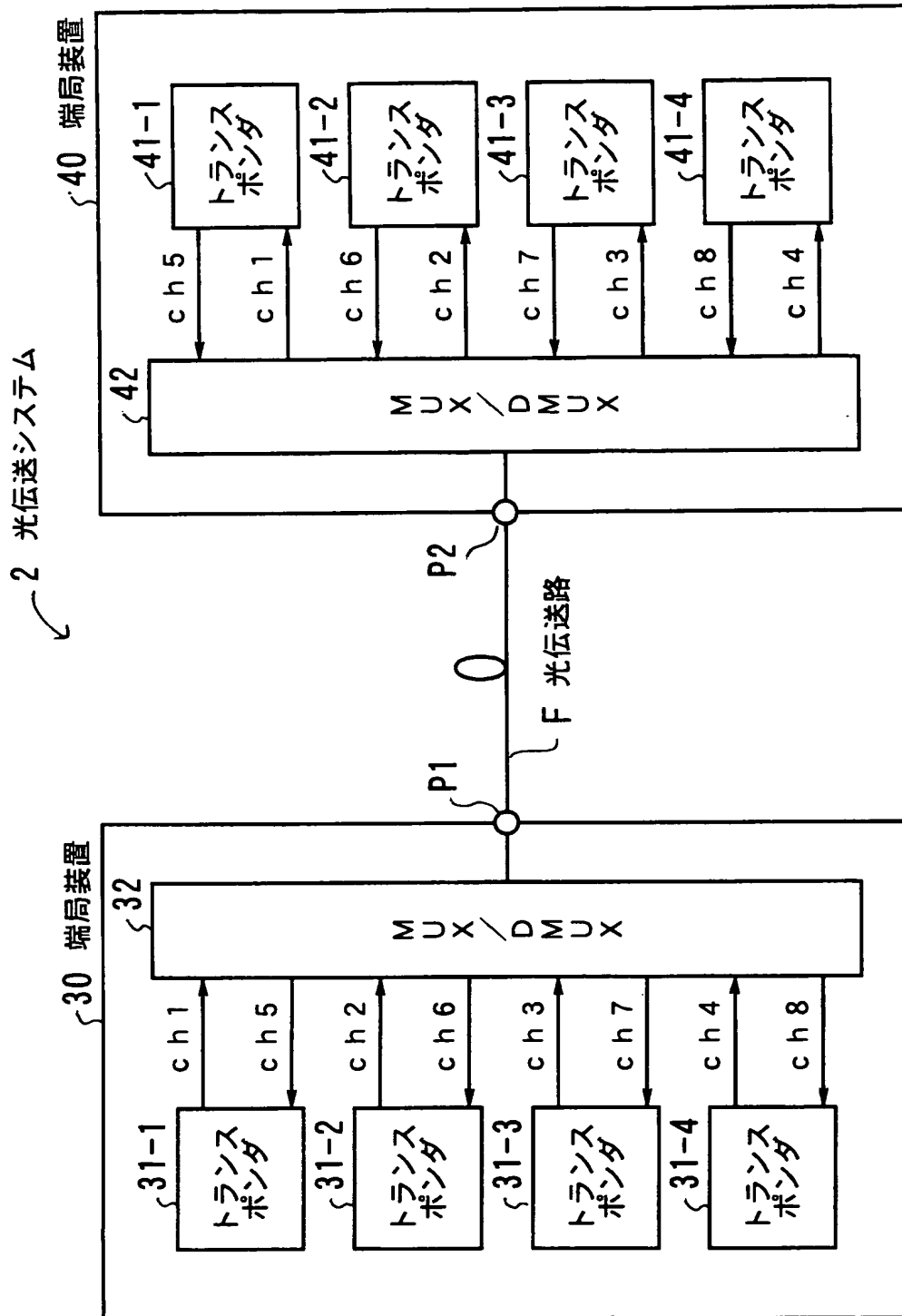
【図 7】



【図 8】

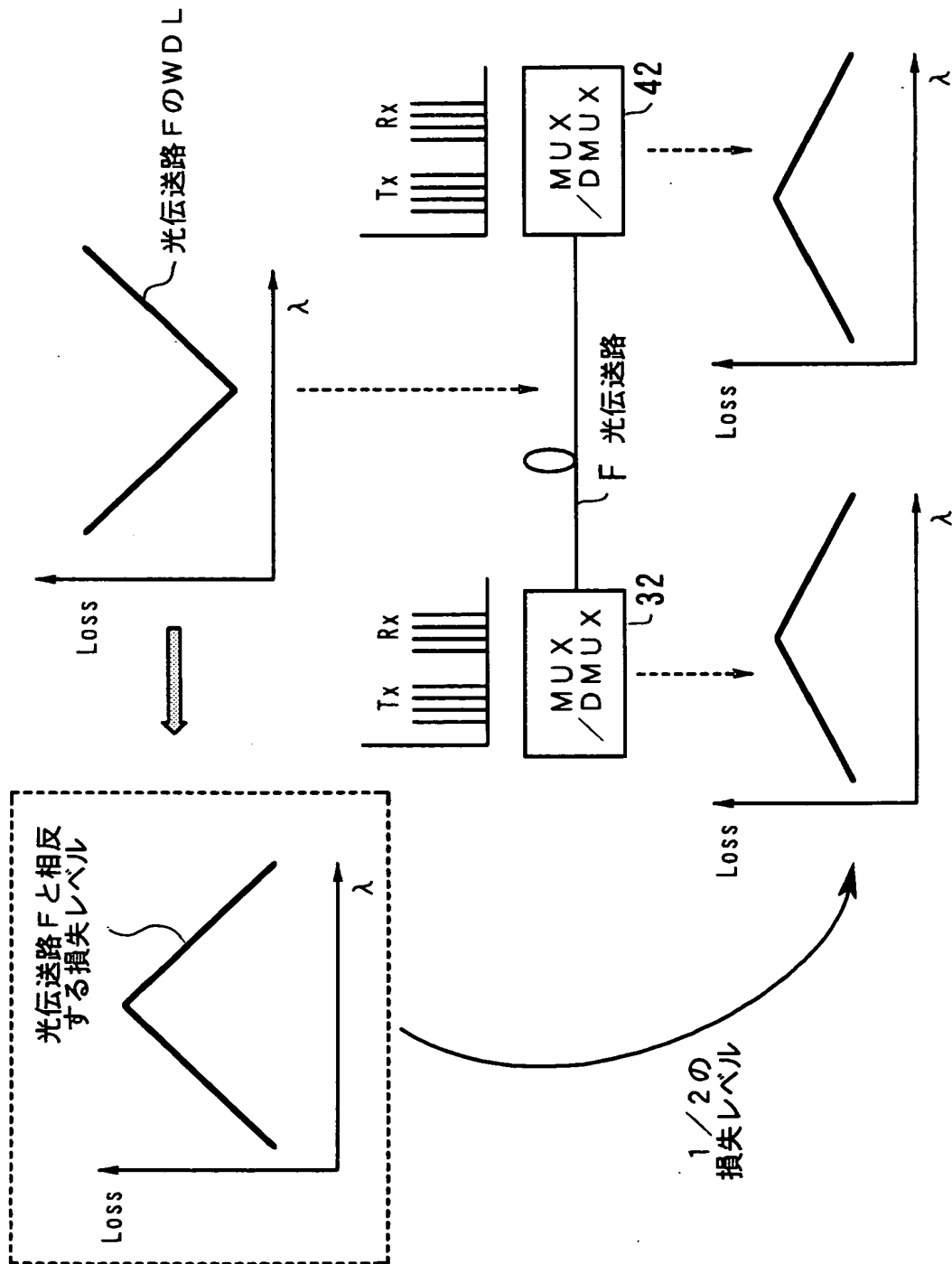


【図 9】

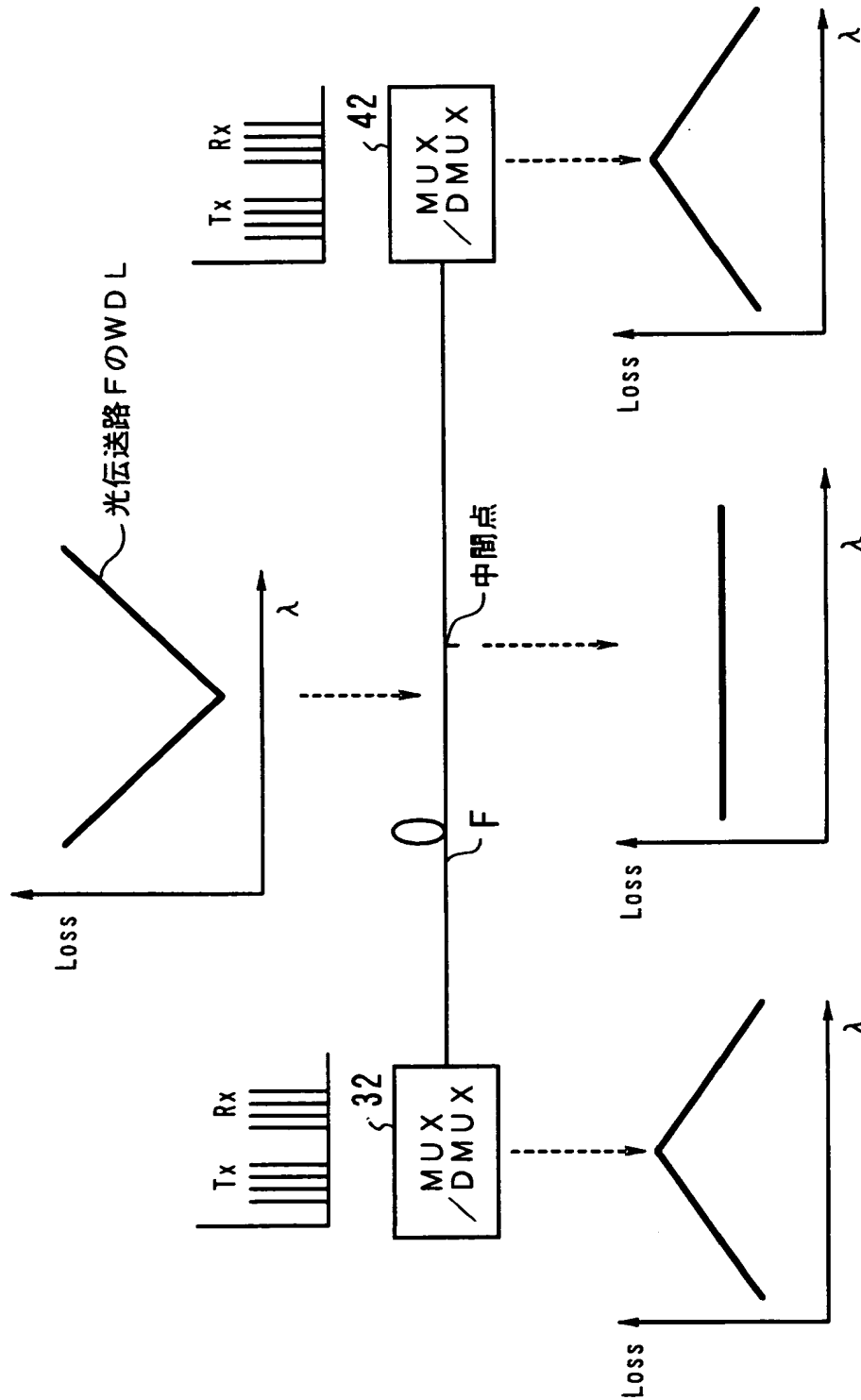




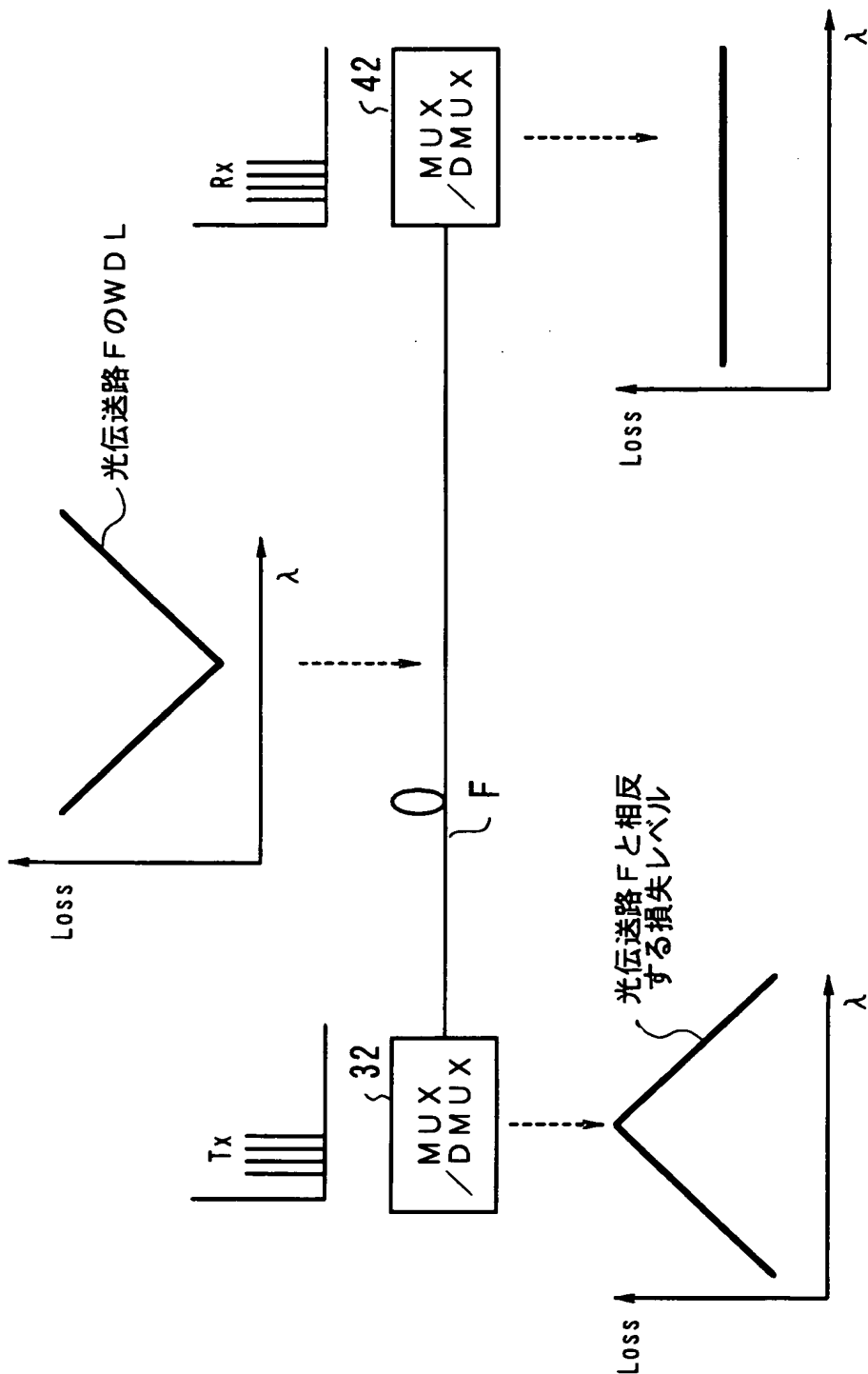
【図 10】



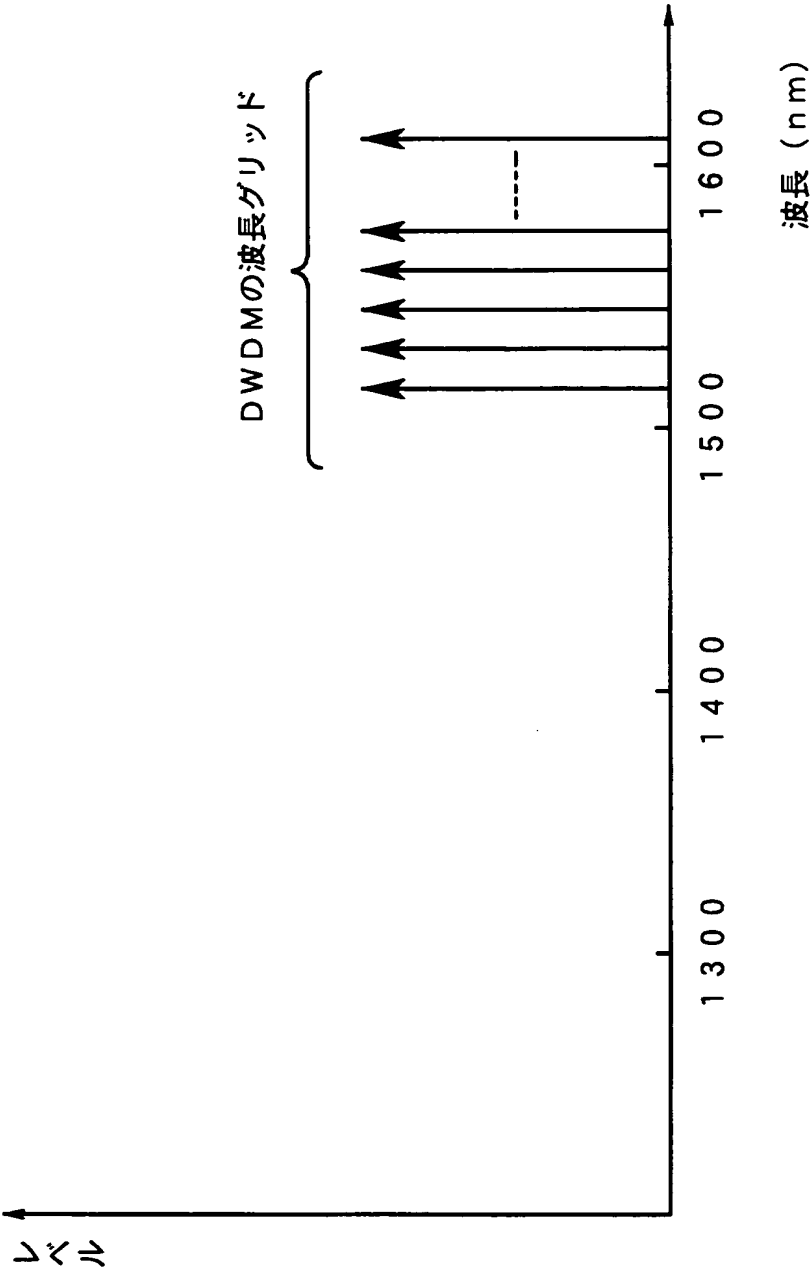
【図 11】



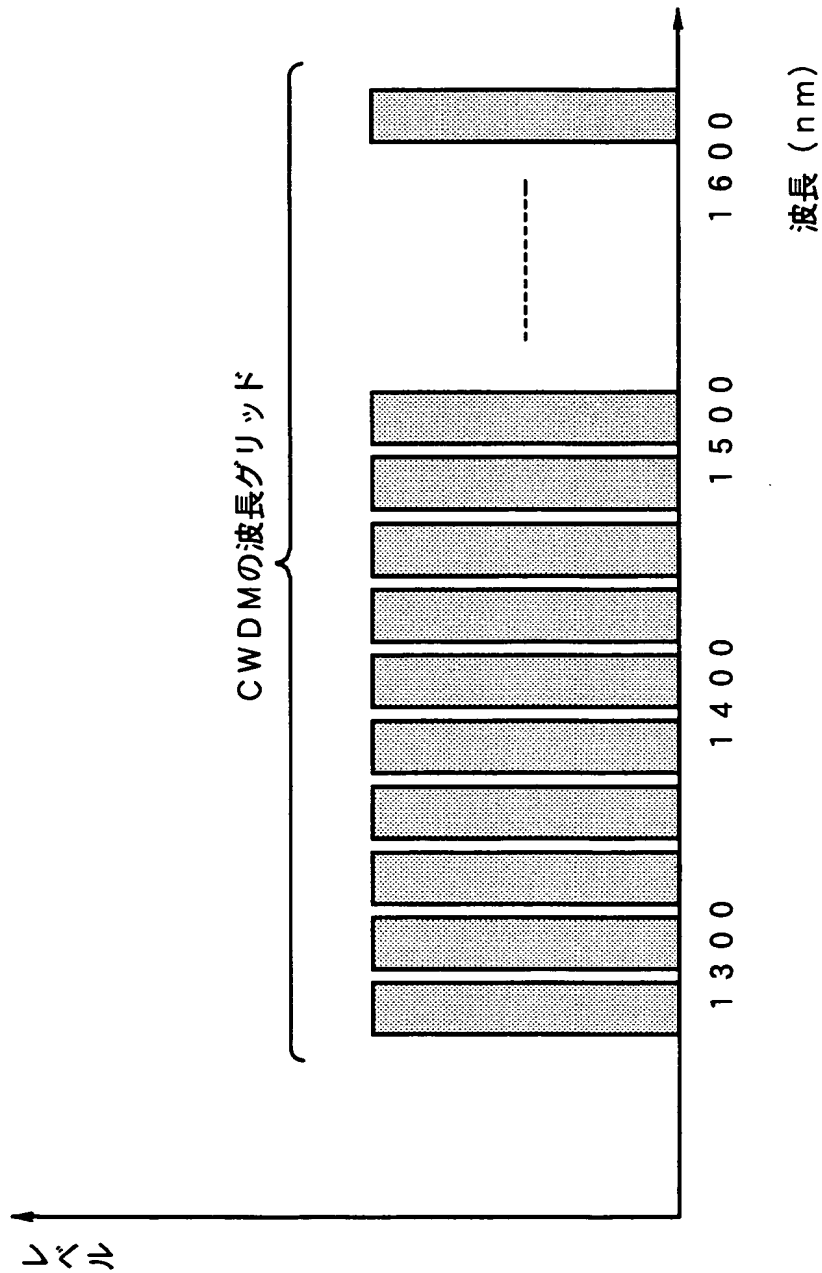
【図 12】



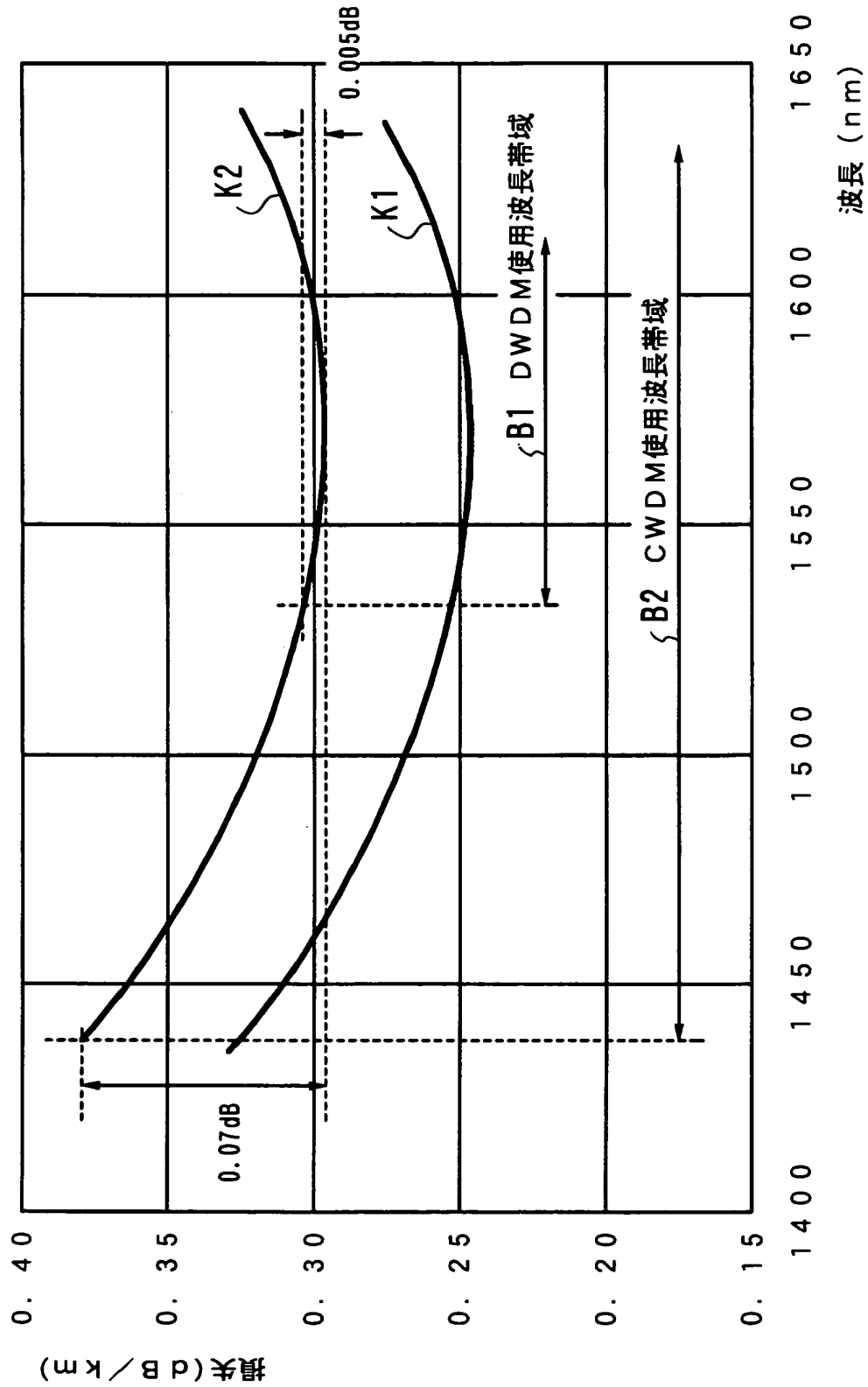
【図 13】



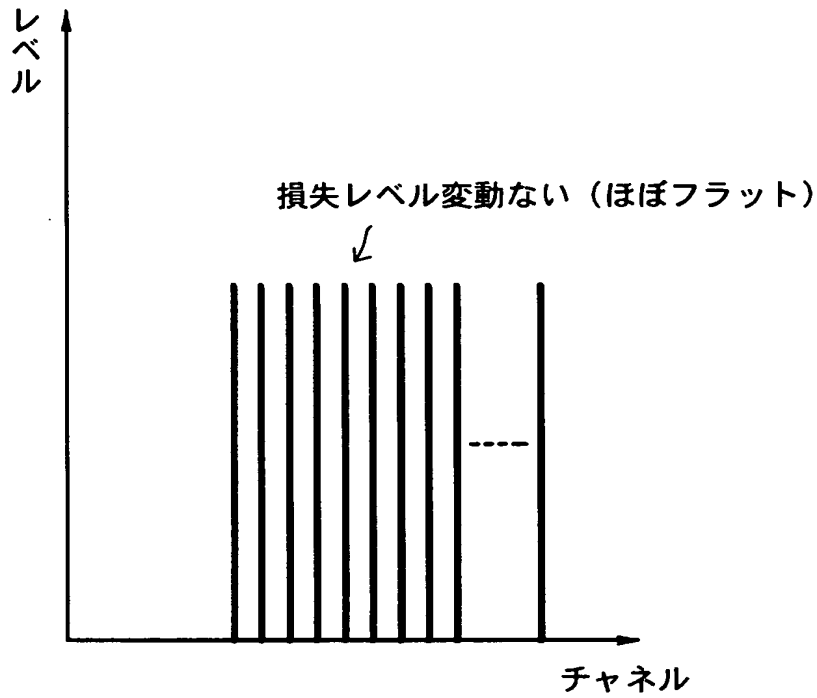
【図 14】



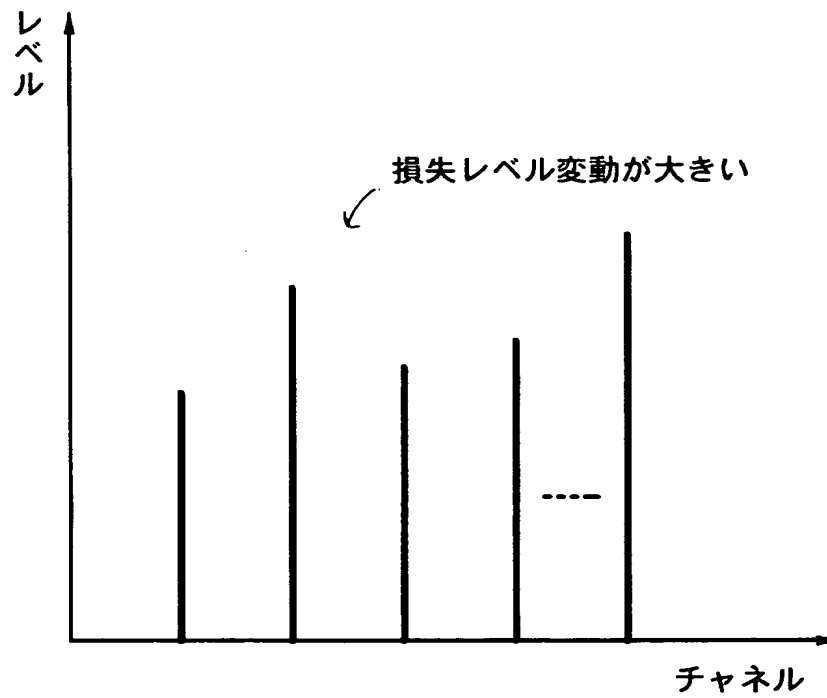
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ファイバ伝送における損失レベル変動を効率よく抑制して、光伝送品質の向上を図る。

【解決手段】 WDMポート P は、光伝送路 F と接続して、波長多重信号の送受信ポートとなる。波長多重分離部 1 1 は、バンドパスフィルタリング機能を持ち、挿入損失が同じで、各波長の損失特性に対応して相反する損失特性を持つ光学フィルタをデージーチェーンで接続して構成され、WDMポート P から入力した信号の波長分離、またはWDMポート P から信号を出力するための波長多重の少なくとも一方を行って、波長多重信号の伝送後のチャネル間の損失差を抑制して均一レベルに設定する。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 2 7 0 1 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社